

GESTÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS: UM ESTUDO DO APROVEITAMENTO DE REJEITOS NA MINERAÇÃO

SILVA, Lays Capingote Serafim¹; MARINHO, Douglas Yusuf²; SILVA FILHO, Carlos Murilo da³; SILVA, Edvaldo Capingote Serafim⁴; ESPINOSA, José Waldo Martinez⁵

¹ Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás, laysengenharia7@gmail.com

² Engenharia de Minas, Universidade Federal de Goiás; yusufmarinho@hotmail.com

³ Engenharia de Minas, Universidade Federal de Goiás; engmurilo.filho@gmail.com

⁴ Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás; capingote_7@hotmail.com

⁵ Engenharia de Produção, Universidade Federal de Goiás; jowal98@hotmail.com

Resumo: A responsabilidade ambiental é um papel essencial no cotidiano dos engenheiros, principalmente no que tange a disposição final de resíduos resultantes dos processos produtivos. Em especial, a mineração é destacada por diversos autores como uma atividade primordial para a economia do país, porém existem vários estudos comprovando seus prejuízos causados ao meio ambiente. Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivos apresentar uma revisão bibliográfica acerca da Mineração no Brasil e o Gerenciamento de Resíduos nessa área e também apresentar estudos relacionados ao aproveitamento de rejeitos. Os procedimentos adotados para atingir esses objetivos foram à pesquisa bibliográfica e a análise bibliométrica. Os resultados mostraram que 89% dos estudos selecionados na pesquisa utilizaram os rejeitos de mineração na construção civil.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Resíduos de Mineração; Gerenciamento de Resíduos.

MANAGEMENT OF INDUSTRIAL WASTE: A STUDY OF THE USE OF TAILINGS IN MINING

Abstract: Environmental responsibility is an essential part in everyday life of engineers, especially regarding the final disposal of waste resulting from production processes. In particular, mining is highlighted by several authors as a primary activity for the country's economy, but there are several studies proving their damage to the environment. In view of this context, the present study aims to present a bibliographical review about Mining in Brazil and Waste Management in this area and also present studies related to the use of tailings. The procedures adopted to achieve these objectives were bibliographic research and bibliometric analysis. The results showed that 89% of the studies selected in the research used mining tailings in construction.

Keywords: Sustainability; Mining Waste; Waste management.

1 Introdução

A constante preocupação com a responsabilidade social e a sustentabilidade faz com que as organizações desenvolvam medidas para avaliação do desempenho ambiental acreditando que adotando melhores práticas sustentáveis os ganhos serão maiores a médio ou longo prazo.

Como é salientado por Savi, Filho e Savi (2006), o setor industrial é um dos maiores responsáveis pela degradação ambiental, haja vista a questão dos processos emitirem no meio ambiente grande quantidade de resíduos e muitas vezes sem o tratamento adequado.

Dentro desse cenário, encontra-se a Indústria de Mineração, que é destacada por Araújo, Santos e Ferreira (2012) como sendo uma área indispensável para a economia do país e configura o alicerce da cadeia produtiva, uma vez que os produtos gerados pelas atuações mineradoras estão presentes no dia a dia da sociedade de maneira expressiva e praticamente substancial. No entanto, com exceção da sua relevância, a mineração tem capacidade de propiciar numerosos impactos ambientais negativos que influenciam direta ou indiretamente o homem.

A solução ou minimização desses impactos ambientais envolvem uma nova atitude dos gestores, como é elucidado por Barbieri (2011), estes devem considerar o meio ambiente em suas decisões e assumir convicções administrativas e tecnológicas que auxiliem no aumento da capacidade de sustento do mundo. Nessa acepção, Savi, Filho e Savi (2006) argumentam que é necessário que os engenheiros busquem a melhoria permanente, fazendo uso da tecnologia no ramo de suas atividades sem prejudicar o meio ambiente.

De acordo com esse contexto, o presente estudo tem como objetivos apresentar uma revisão bibliográfica acerca da Indústria de Mineração no Brasil e do Gerenciamento de Resíduos nesse setor, e também apresentar uma análise bibliométrica realizada a fim de identificar estudos existentes no Brasil com propostas de aproveitamento de rejeitos da mineração. Para alcançar esses objetivos, utilizaram-se a pesquisa bibliográfica e a análise bibliométrica como procedimentos de pesquisa.

2 Revisão bibliográfica

2.1 Relação da Sustentabilidade com a Engenharia

Segundo Kamiyama (2011), a palavra sustentável vem do latim “sus-tenere” e significa sustentar, suportar ou manter. É empregada na língua inglesa desde o século XIII, mas apenas em 1980 o termo “sustentável” foi utilizado efetivamente com absoluta regularidade.

Em sua efetiva definição, a sustentabilidade é citada por Mikhailova (2004) como a capacidade de se sustentar, de se conservar. Uma prática sustentável é aquela que pode ser continuada para sempre, melhor dizendo, a extração de um recurso natural realizada de forma sustentável permanecerá para sempre, não se findará nunca.

Para Langer (2011), a sustentabilidade tornou-se relevante na década de 1970 com a preocupação da sociedade com a qualidade de vida. Já Srivastava (2007) considera que esse interesse ocorreu por ser um procedimento amigável socioambientalmente e também porque gera bons negócios e alta lucratividade.

Acerca disso, Silva (2014) destaca que em virtude dos grandes prejuízos ao meio ambiente, como o desmatamento, poluição, escassez de recursos naturais e o uso demasiado de produtos químicos no solo, as pessoas passaram a constatar que o modo que vinham utilizando os recursos naturais não era o correto e a partir daí surgiu a preocupação a cerca das questões socioambientais.

No ponto de vista organizacional, Castro (2012) acredita que um dos principais motivos que levam uma empresa a se adequar a princípios sustentáveis é a necessidade de sobrevivência no mercado, ou seja, visualizam que podem continuar competitivas e oferecer produtos de qualidade, melhorar os processos e diminuir os impactos ambientais.

Nesse seguimento, Silva (2014, p.6) declara que “as grandes organizações tem investido em projetos socioambientais de modo a modificar suas formas de atuação, buscando serem vistas com outros olhos”.

Zambon e Ricco (2011) vão além, e declaram que existem comprovações de que ações sustentáveis podem gerar uma variedade de recompensas para as empresas; como imagem, reputação, relacionamento, vendas, produtividade dos funcionários e lucro.

Relacionando a Engenharia com a Sustentabilidade, Lira e Neto (2013) mencionam o código de ética do engenheiro que recomenda que esse profissional tenha o compromisso de atender as políticas e recomendações de conservação de energia e de minimização dos impactos ambientais, quando da elaboração de projetos, execução de obras ou desenvolvimento de novos produtos, sendo obstruído qualquer ato profissional que seja capaz de suceder em danos ambientais, à saúde humana ou ao patrimônio cultural.

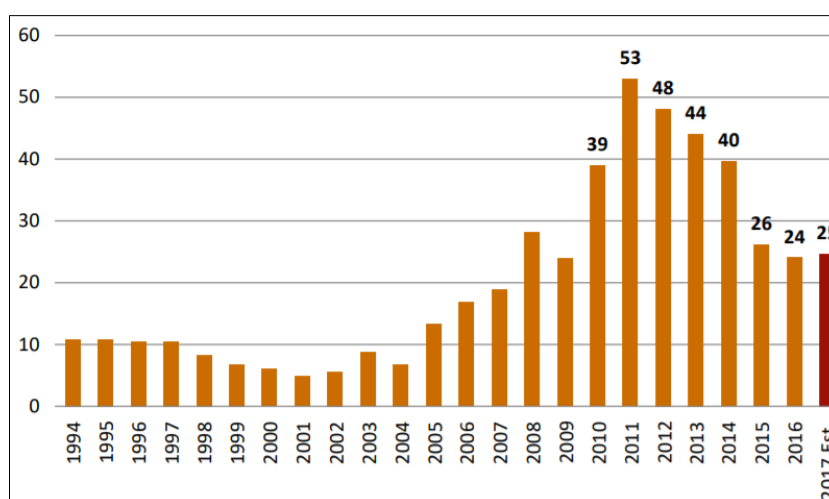
Isto posto, não é possível falar da Engenharia de Produção, bem como das demais Engenharias, sem associar as questões ambientais com quaisquer produtos/serviços provindos do exercício dessa profissão.

2.2 A Indústria de Mineração no Brasil

O Brasil é um país de dimensões continentais e possui uma admirável diversidade geológica. Conquistou relevância no cenário mundial devido seu grande número de reservas e produção mineral. É considerado também um player, uma vez que sua produção mineral é uma das maiores do mundo. A mineração é um dos pilares que sustenta a economia brasileira (IBRAM, 2015).

A produção mineral de 2016 foi de US\$ 24 bilhões, representando uma queda e 7,6% se comparado ao ano de 2015, como mostrado na Figura 1. Embora o valor monetário tenha representado queda, observa-se que a produção das empresas de mineração permaneceu estáveis. O que ocorreu na verdade foi uma variação do preço internacional das principais *commodities* ao longo de 2016. Para 2017, a estimativa é que haja uma ligeira recuperação, gerando um valor em torno de US\$ 25 bilhões (IBRAM, 2017).

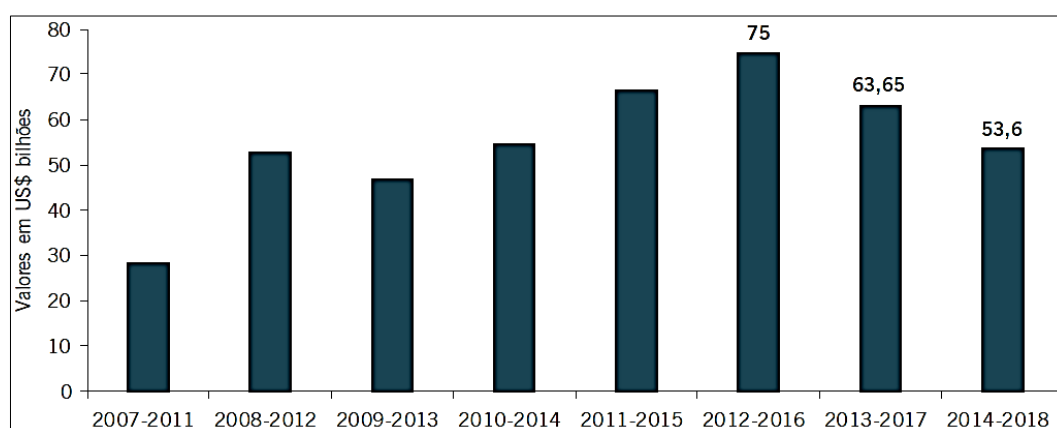
Figura 1 – Produção mineral anual no Brasil em US\$ bilhões



Fonte: Adaptado de IBRAM (2017)

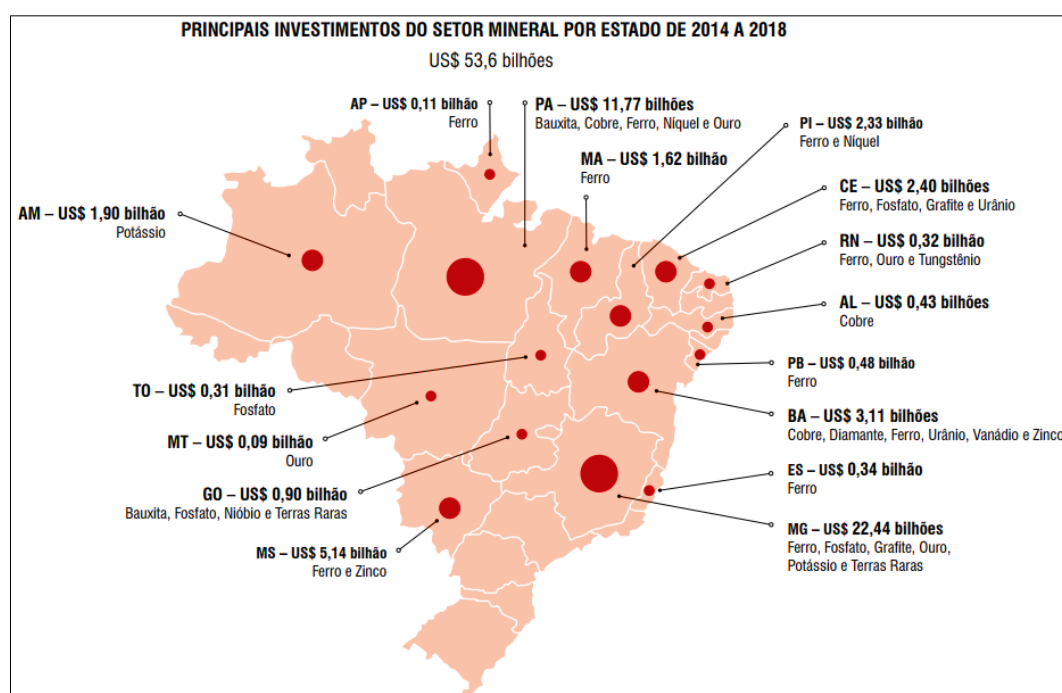
Por detrás de toda essa produção mineral, existem significativos investimentos, os quais, para dar continuidade à exploração e ao aproveitamento de novos depósitos minerais, são estimados em US\$ 53,6 bilhões no período 2014/2018, esses valores são apresentados nas Figuras 2 e 3. O setor mineral brasileiro é um dos que mais realizam investimentos privados no país (IBRAM, 2016).

Figura 2 – Investimentos no setor mineral de 5 em 5 anos



Fonte: Adaptado de IBRAM (2016)

Figura 3 – Principais investimentos do setor mineral por estado de 2014 a 2018



Fonte: Adaptado de IBRAM (2016)

Conforme dados do DNPM (Departamento Nacional da Produção Mineral), existem cadastrados no órgão 10.841 minas, de diferentes tipos e porte. Onde, 98,1% representam produtos para a construção civil (britas, areias, cascalhos, argilas), além de água mineral. Cerca apenas de 1,4% do total de minas representam *commodities* minerais de grande e médio porte, ou seja, de significativa relevância internacional. A classificação quanto ao tamanho da mina é baseada em sua produção bruta. São três as categorias: grande porte (acima de 1 milhão t/ano); médio porte (entre 1 milhão t/ano e 100 mil t/ano) e pequeno porte entre (100 mil t/ano e 10 mil t/ano) (KALKREUTH et al., 2016).

No Brasil são produzidas mais de 90 substâncias minerais em escala industrial. A Tabela 1 demonstra a produção em volume dos principais bens minerais brasileiros (IBRAM, 2015).

Tabela 1 – Principais bens minerais e sua produção

Bens minerais	Valores em toneladas
Agregados Construção Civil	673.000.000
Minério de Ferro	400.000.000
Bauxita	32.000.000
Alumínio Primário	962.000
Fosfato	6.800.000
Potássio Concentrado	460.000
Zinco Concentrado	250.000
Cobre	219.000
Liga de Níbio	80.000
Níquel Contido	80.000
Ouro	80

Fonte: Adaptado de IBRAM (2016)

Quanto ao comércio das substâncias minerais, o ferro, o caulim e a bauxita representam mais de 90% do total de *commodities* minerais exportadas (o Fe representa 82%). Já as importações são lideradas por minerais como o potássio, carvão, fosfato, zinco e enxofre, representando cerca de 90% do total de importações (KALKREUTH et al., 2016).

Ainda segundo Kalkreuth et al. (2016), o Brasil possui um imenso potencial para novas descobertas de novos depósitos minerais. Contudo, existem deficiências e dificuldades que impõem empecilhos ao pleno desenvolvimento da mineração no Brasil. Dentre esses problemas os principais são listados a seguir:

- Baixo conhecimento geológico das províncias minerais e do território nacional;
- Baixos investimentos em pesquisa mineral;
- Projetos que visam a exploração mineral realizados a baixas profundidades;
- Carência de infraestrutura viária;
- Legislação ambiental pouco amigável e alto custo Brasil.

2.3 Gerenciamento de Resíduos na Indústria de Mineração

A Revolução Industrial do século XIX pode ser indicada como um marco significativo no aumento dos problemas ambientais. Para Chehebe (1997), grande parcela desses problemas está associada aos processos industriais utilizados pelo homem. Todo produto independente do seu material ou finalidade de uso causa um impacto no meio ambiente, seja em consequência do seu processo produtivo, das matérias primas que se consome, ou pelo seu uso e disposição final.

A respeito da disposição final dos produtos, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), adota a seguinte classificação para os resíduos sólidos:

Quadro 1 – Classificação dos resíduos sólidos

I – Quanto à origem	Características
Resíduos domiciliares	Provenientes de atividades domésticas em residências urbanas;
Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e instalações industriais;
Resíduos de serviços da saúde	Gerados nos serviços de saúde, conforme regulamento ou normas do Sisnama e do SNVS;
Resíduos da construção civil	Gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil;
Resíduos de serviços de transporte	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários, ferroviários e passagens de fronteira;
Resíduos de mineração	Gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.
I – Quanto à periculosidade	Características
Perigosos	Aqueles que em razão de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade apresentam risco à saúde pública e ambiental;
Não perigosos	Aqueles que não se enquadram nas características listadas dos resíduos perigosos.

Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Como mostrado no Quadro 1, os resíduos de mineração são gerados nas atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios. Para melhor entendimento, Pereira (2016) esclarece que nessa atividade existem dois tipos de resíduos sólidos: os estéreis e os rejeitos. Os estéreis são os materiais escavados, cometidos nos procedimentos de extração, no decapeamento da mina, não tem valia econômica e são dispostos em pilhas. Os rejeitos são resíduos decorrentes do processo de beneficiamento a que são submetidas às substâncias minerais. Conforme IPEA (2011), “esses processos tem a finalidade de padronizar o tamanho dos fragmentos, remover minerais associados sem valor econômico e aumentar a qualidade, pureza ou teor do produto final”.

A Mineração causa um impacto considerável como expõe Silva (2007), ela altera intensamente a área minerada e as áreas vizinhas, onde são realizados os depósitos de estéril e de rejeito. Além disso, quando existe a presença de substâncias químicas nocivas no estágio de beneficiamento do minério, isso pode manifestar um problema sério no panorama ambiental.

De outro ponto de vista, Silva (2007, p. 2) destaca que a mineração altera o meio ambiente, mas é uma atividade econômica básica da economia mundial. “Através desta, o homem extrai recursos naturais que alimentam toda a economia. Sem ela, nenhuma das atividades subsequentes pode existir.”

É notória a importância da Indústria da Mineração para o desenvolvimento econômico do país, o que evidencia também a necessidade e relevância em se discutir questões ambientais

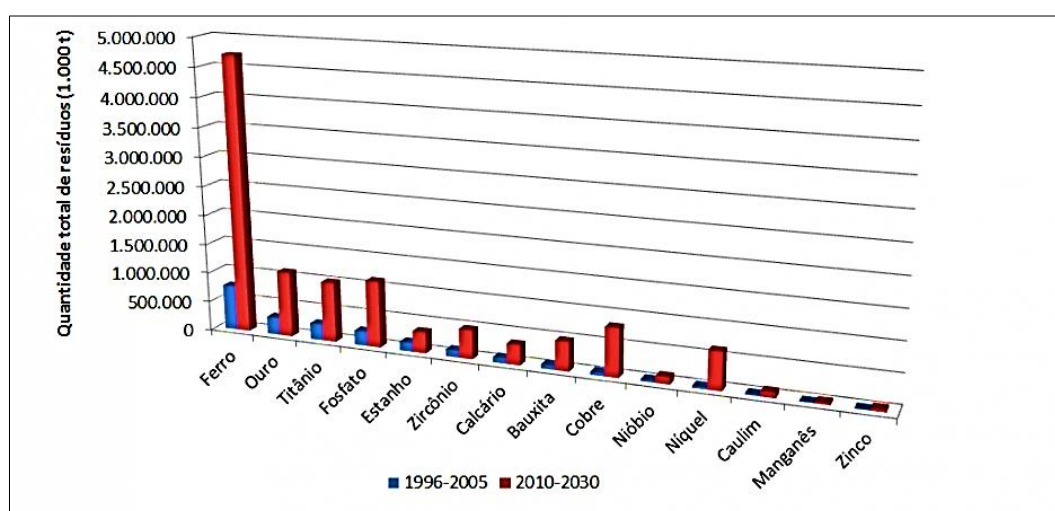
relacionadas principalmente com a disposição final dos resíduos/rejeitos gerados nessa atividade. Nesse sentido, Araújo, Santos e Ferreira (2012) destacam que a significância das atividades de indústrias mineradoras quanto à capacidade de geração de impacto ambiental está intimamente relacionada ao grande volume de resíduos produzidos, principalmente resultantes da extração e beneficiamento, no qual são concebidos o estéril e o rejeito.

Sobre a recuperação e a comercialização dos rejeitos de mineração, Sandra Lúcia de Moraes, pesquisadora do Laboratório de Processos Metalúrgicos ressalta:

Num cenário em que já não há reservas brasileiras de alto teor, essa quantidade de rejeitos só tende a crescer. Recuperar esses resíduos, portanto, possui um fim tanto ambiental quanto econômico, pois é possível dar outra destinação comercial ao que geralmente é descartado, diminuindo também a quantidade de resíduos para o meio (IPT, 2016).

De acordo com estudos do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), a soma de rejeitos gerados nos processos de produção de substâncias minerais pode ser determinada pela diferença entre a produção bruta e a produção beneficiada. A quantidade de rejeitos, em algumas conjunções, é equivalente à da substância conseguida. Para cada tonelada de minério de ferro alcançado, por exemplo, tem-se em torno de 0,4 toneladas de rejeitos. A Figura 4, a seguir, apresenta uma projeção para o período de 2010 a 2030 e indica que o beneficiamento de minério de ferro contribuirá com cerca de 41% do total de rejeitos cometidos pelas mineradoras no Brasil.

Figura 4 – Projeção para o período de 2010 a 2030



Fonte: IPT (2016)

Por parte das organizações, Pinheiro e Nogueira (2014) enfatizam que já é um grande avanço para o Brasil as empresas serem responsáveis pelo destino de seus resíduos, assim é possível assegurar que a reciclagem ou reaproveitamento dos materiais vai ganhar mais impulso

no decorrer dos anos e o investimento em cooperativas será uma excelente opção para a criação de matéria prima secundária.

Almeida e Braz (2009) relatam que algumas empresas dispõem de formas variadas de minimização de seus resíduos, sendo a reutilização e a comercialização desses resíduos as mais usadas. Essas formas de minimização geram para a empresa uma redução nos custos iniciais além de um lucro extra que será associado ao valor final do produto, isto é, a empresa concebe duas vezes.

Conforme Araújo, Santos e Ferreira (2012) elaborar um plano de gestão de resíduos da mineração é de extrema relevância, aspirando a administração dos impactos no solo, na água e no ar, originários da inadequada disposição dos resíduos. As prioridades da gestão carecem ser: a eliminação ou diminuição da geração na fonte, reciclagem, tratamento e a disposição final apropriada.

Segundo Barreto (2001), os sistemas de gestão ambiental das empresas de mineração tomam como recursos básicos: análise de consequências ambientais, projeto de acompanhamento ambiental, projeto de restauração ambiental, auditoria ambiental, diligência ambiental, programa diretor de meio ambiente, plano de minimização de resíduos e reciclagem, programa de pesquisa e gerenciamento de riscos, projeto de providências emergenciais, programas de comunicação (diagnósticos ambientais, programas de relações públicas, de treinamento, de educação ambiental, representação interna de meio ambiente), entre outros.

O gerenciamento de resíduos é um dos mecanismos da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei Federal 12.305 de 12 de agosto de 2010, que determina no artigo 20 quem está sujeito a construção de Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, tendo que atender, entre outros pontos: origem, quantidade, classificação, acondicionamento, armazenamento e a destinação final. Dentre os sujeitos a seguir com a elaboração estão envolvidos os originadores de resíduos de mineração no decorrer das atividades de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios.

Sobre o Gerenciamento de Resíduos Sólidos, sua minimização e reutilização, Mazzini (2002) relata que:

Diante da necessidade de poupar matérias-primas, conservar o meio ambiente, torna-se imperiosa uma eficiente Gestão de Resíduos, o que faz com que sejam priorizadas as chamadas tecnologias limpas, tecnologias que prevêm a substituição de matérias-primas poluentes, a modernização e a otimização de processos industriais e economia de energia, além da mudança de visão com relação aos resíduos industriais que deixam de ser vistos como sem valor econômico e sem utilidade apenas passíveis de serem dispostos no meio ambiente para serem vistos com matérias primas secundárias para o próprio processamento industrial que o gerou ou para outros processamentos industriais.

Conforme a PNRS, o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS deve conter, dentre outras informações (MMA, 2011):

Quadro 2 – Informações de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos

Item	Descrição
1	Descrição do empreendimento ou atividade;
2	Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados;
3	Explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos;
4	Definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob a responsabilidade do gerador;
5	Ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes;
6	Metas e procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos;
7	Medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos;
8	Periodicidade de sua revisão.

Fonte: Política Nacional de Resíduos Sólidos.

O gerenciamento de resíduos, segundo Nascimento e Mothé (2007), deve-se fundamentar em atuações preventivas, de preferência às ações corretivas, e deve ter um tratamento multidisciplinar, considerando que as disfunções ambientais e suas respostas estão estabelecidas não somente em condições tecnológicas, mas também em pontos econômicos, físicos, sociais, culturais e políticos.

Destaca-se que a gestão inadequada de resíduos é crime ambiental e pode suscitar em multas e até a prisão. Segundo BRASIL (1988), a Constituição Federal, em seu artigo 225 parágrafo 3º, estabelece que: “As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”.

3 Metodologia

Os procedimentos de pesquisa adotados nesse estudo se caracterizam como pesquisa bibliográfica e bibliometria. Conforme Gil (2010), a pesquisa bibliográfica é elaborada com base em material já publicado, como livros, revistas, jornais, teses, dissertações e anais de eventos científicos.

Já a análise bibliométrica, de acordo com Costa et al. (2012), é um método quantitativo e estatístico que visa mensurar os índices de produção e propagação do conhecimento, bem como acompanhar o desenvolvimento de inúmeras áreas científicas, identificando por exemplo, os padrões de autoria e publicação.

Optou-se por utilizar diferentes bases de dados; como repositórios de universidades, periódicos nacionais e congressos, com o intuito de obter diferentes classes de estudos. Foram utilizados como buscadores (palavras-chave) os termos “Aproveitamento de Rejeitos” e “Recuperação de Rejeitos” (sendo utilizadas aspas para pesquisar o termo exato), com o objetivo de serem retornados estudos focados na Reutilização dos Rejeitos oriundos da Indústria de Mineração, independente da categoria de estudo em questão (teórico ou empírico/teórico). Seguiram-se como parâmetros de inclusão:

- a) Ser original e completo;
- b) Estar escrito em português; e
- c) Publicado entre 01/01/2011 e 31/12/2016.

Os títulos e resumos de todos os estudos pré-selecionados foram lidos. A partir da seleção final dos estudos foram realizadas as seguintes investigações:

- a) Número de autores;
- b) Instituições vinculadas;
- c) Palavras-chave utilizadas; e
- d) Proposta do estudo.

4 Resultados e discussões

Foram analisados três periódicos, dois repositórios e dois eventos científicos. Com isso, encontrou-se cerca de 19 estudos sobre Rejeitos, porém com uma análise mais profunda das propostas, apenas 9 se enquadraram na pesquisa. O Quadro 3, a seguir, apresenta os estudos selecionados, bem como suas respectivas propostas.

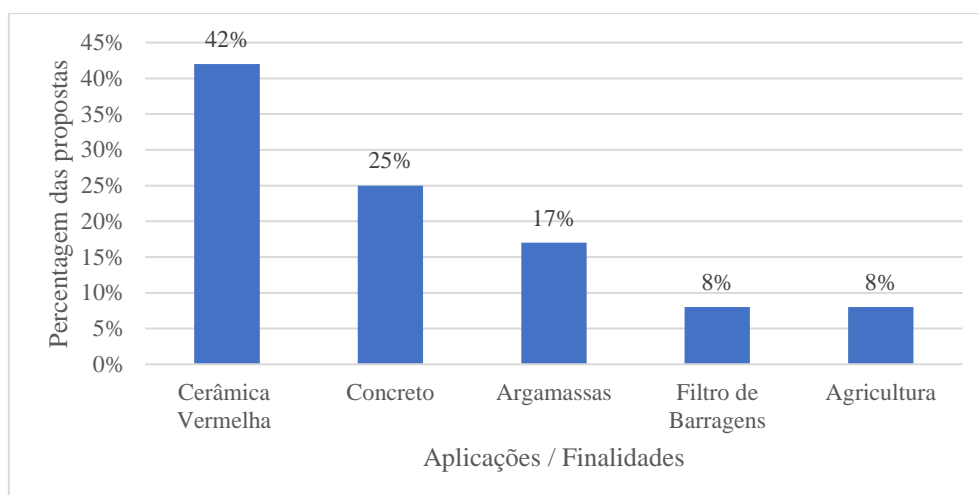
Quadro 3 – Estudos selecionados na pesquisa

Ano	Autores	Publicação	Título	Proposta
2011	Nociti	Dissertação de Mestrado em Engenharia Mecânica na área de Materiais da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (Universidade Estadual Paulista)	Aproveitamento de rejeitos oriundos da extração de minério de ferro na fabricação de cerâmicas vermelhas	Fabricação de tijolos maciços e cerâmica de vedação a partir do rejeito de mineração de ferro
2012	Vergara	Dissertação de Mestrado em Geotecnia da Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília	Aplicabilidade dos rejeitos de mineração de ferro para utilização em filtros de barragens	Aproveitamento do rejeito de mineração de ferro de duas empresas do quadrilátero ferrífero. A ideia é de utilizá-lo como material alternativo em filtros de barragens de terra e enrocamento
2013	Coltu-Rato, Ferreira e Corrêa	III Encontro Nacional sobre Edificações e Comunidades Sustentáveis	Aproveitamento de rejeitos gerados no beneficiamento de minério de ferro	Foi constatada a possibilidade de utilização de rejeitos da mineração de ferro em argamassas e pisos, utilizados na construção civil
2013	Sant'ana Filho	Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais (Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais)	Estudo de reaproveitamento dos resíduos das barragens de minério de ferro para fabricação de blocos Intertravados de uso em pátios industriais e alto tráfego	Utilização de rejeito de mineração de ferro na confecção de blocos de concreto para pavimentação
2014	Andrade	Tese de Doutorado em Engenharia Civil (Universidade Federal de Viçosa)	Caracterização de rejeitos de mineração de ferro in natura para aplicação como material de construção civil	Utilizou-se rejeito de quatro barragens do quadrilátero ferrífero. Constatou-se a possibilidade de sua incorporação no cimento, fabricação de concretos, argamassas e cerâmicas e utilização em obras de pavimentação cimento, fabricação de concretos, argamassas e cerâmicas e utilização em obras de pavimentação
2014	Franco et al.	56º Congresso Brasileiro do Concreto	Aplicação de rejeito de mineração como agregado para a produção de concreto	Os estudos desenvolvidos apontam para a viabilidade do emprego, em concreto, de agregados artificiais provenientes da reciclagem de rejeito de mineração de ferro para uso na construção civil
2015	Trindade et al.	Revista Monografias Ambientais	Caracterização dos rejeitos das minas do Camaquã para reaproveitamento sustentável	Constataram-se condições favoráveis para a incorporação de rejeito de mineração de cobre na produção de tijolos
2015	Silveira	Monografia de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais	Utilização de resíduos de mineração na construção civil	Aplicação do rejeito de mineração de ferro na fabricação de cerâmica vermelha (tijolos, telhas e blocos cerâmicos) para a construção civil
2016	Barros et al.	Capítulo de Livro em Estudos Interdisciplinares em Ciências Biológicas, Saúde, Engenharias e Gestão	Aproveitamento do rejeito da mineração de calcário utilizando a briquetagem como processo de aglomeração	Propõe a aglomeração de rejeitos provenientes da mineração de calcário para posterior utilização na agricultura (prática de correção da acidez do solo)

Fonte: Dados da pesquisa

De forma mais perceptível, a Figura 5 exibe em porcentagem as aplicações propostas pelos estudos selecionados. É possível observar que 42% desses estudos apresentam o aproveitamento dos rejeitos da mineração para a fabricação da cerâmica vermelha, 25% para o emprego em concreto e com apenas 8%, a aplicação na agricultura.

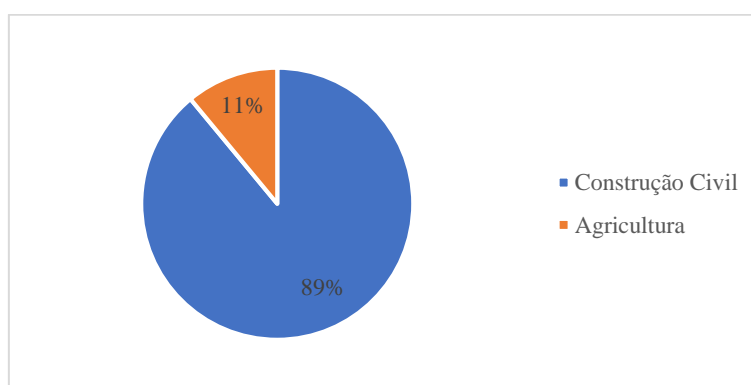
Figura 5 – Relação quantitativa dos estudos selecionados



Fonte: Dados da pesquisa

Outra informação importante que merece evidência são as áreas que se destacaram quanto à destinação para aproveitamento dos rejeitos de mineração. Como pode ser visualizada na Figura 6, a construção civil apresentou 89% dos estudos analisados.

Figura 6 – Área em destaque conforme os estudos analisados



Fonte: Dados da pesquisa

5 Considerações finais

A revisão bibliográfica acerca da Indústria de Mineração no Brasil e o Gerenciamento de Resíduos na Mineração, bem como a investigação de estudos sobre o aproveitamento de rejeitos foram apresentados, dessa forma, o objetivo do estudo foi atingido.

Os resultados mostraram que a atividade de recuperação de rejeitos no Brasil tem muito a evoluir, quando analisado a quantidade de pesquisas encontradas nas diversas bases de dados. Foram poucos estudos encontrados que realmente tratam da recuperação de rejeitos, porém, os selecionados nessa pesquisa se apresentaram muito ricos em conteúdo e pertinentes para essa análise.

Com a realização desse estudo fica evidente que a Mineração no Brasil é essencial para a economia do país e que em contrapartida ela causa muitos danos ao meio ambiente, o que torna mais claro o papel dos engenheiros no desenvolvimento de medidas de gerenciamento principalmente dos resíduos gerados no final dos processos produtivos.

Além disso, este trabalho promove contribuições nos âmbitos empresarial e acadêmico, pois é um divulgador de informações pertinentes tanto para a indústria quanto para o ensino, em especial as Engenharias de Produção e de Minas.

Agradecimentos

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela concessão de bolsas de estudo.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, J. C. de; BRAZ, G. F. A participação dos engenheiros de produção na gestão empresarial. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 29., Salvador, 2009. **Anais...** Salvador: ENEGEP, 2009. p. 1-7.

ARAUJO, M. M.S.; SANTOS, H. I. dos; FERREIRA, O. M. **Análise do gerenciamento dos resíduos sólidos da mineração Serra Grande S.A., Município de Crixás - Goiás.** 1989. 180 f.. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Ambiental – Faculdade de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2012.

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial.** 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

BARRETO, M. L. **Mineração e desenvolvimento sustentável:** Desafios para o Brasil. Rio de Janeiro, 2001. CETEM/MCT.

BRASIL. Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.

CASTRO, A. E. de. Investimentos socioambientais para posicionamento da marca: Um estudo sobre imagem organizacional. **Revista Gestão & Tecnologia**, Pedro Leopoldo, v.12, n.3, p.258-286, set/dez 2012.

CHEHEBE, J.R. **Análise do ciclo de vida de produtos:** ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro qualitymark., CNI, 1997.

COSTA, T. et al. A bibliometria e a avaliação da produção científica: indicadores e ferramentas. **Revista Actas do Congresso Nacional de Bibliotecários, Arquivistas e Documentalistas**, São Paulo, v. 8, n. 32, p. 37-45, out./dez. 2012.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

IBRAM. **Gestão e Manejo de Rejeitos da Mineração.** Instituto Brasileiro de Mineração, 1 ed., 2016. p. 45-61

IBRAM. **Informações sobre a economia mineral brasileira 2015**. Instituto Brasileiro de Mineração, 2015. p. 1-25

IBRAM. **Relatório anual de atividades**. Instituto Brasileiro de Mineração, 2017.

IPEA, Resíduos Sólidos da Atividade de Mineração, 2011, disponível em: http://www.cnrh.gov.br/projetos/pnrs/documentos/cadernos/11_CADDIAG_Res_Sol_Mineraacao.pdf. Acesso em: 31/10/2017.

IPT, 2016, disponível em: http://www.ipt.br/noticias_interna.php?id_noticia=1043. Acesso em: 01/11/2017.

KALKREUTH, W.; LOURENZI, P.; OSÓRIO, E. **Distribuição, reservas e características dos depósitos de carvão no Brasil – implicações para a contribuição na matriz energética, meio ambiente, sustentabilidade e recursos humanos**. Academia Brasileira de Ciências, 2016.

KAMIYAMA, A. Desenvolvimento sustentável. In: SÃO PAULO (ESTADO). SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE/COORDENADORIA DE BIODIVERSIDADE E RECURSOS NATURAIS. **Agricultura sustentável**. São Paulo: SMA, 2011.

LANGER, E. **Aspectos do ecodesign e ciclo de vida do produto para o consumo consciente**. Porto Alegre: UFRS, 2011.

LIRA, M. A. T.; NETO, J. M. M. Educação ambiental como disciplina integrante dos cursos de Engenharia do Centro de Tecnologia da UFPI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 41., Gramado, 2013. **Anais...** Gramado: COBENGE, 2013. p. 1-5.

MAZZINI, A. L. D. A. **Gestão de Resíduos Sólidos**. IETEC – Instituto de Educação Tecnológica. Disponível em: www.ietec.com.br. Acesso em: 31/10/2017.

MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, n. 16, p. 1-20, 2004.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Versão Preliminar para Consulta Pública. 2011. Disponível em: http://www.cnrh.gov.br/pnrsnac/documentos/audiencia/versao_Preliminar_PNRS_WM.pdf. Acesso em: 30/10/2017.

PEREIRA, A. P. Gestão de resíduos: O caso das barragens da Samargo . In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO, 13. 2016. **Anais...** p. 1-14.

PINHEIRO, A. G.; NOGUEIRA, P. L. Geração de lucros com tratamento de resíduos: Um estudo de caso . In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 10., Rio de Janeiro, 2014. **Anais...** Rio de Janeiro: ENGEMA, 2014. p. 1-11.

PNRS. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso em: 29/10/2017.

SAVI, A. F.; FILHO, E. V. G.; SAVI, E. M. S. Engenharia apoiando o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 13., Bauru, 2006. **Anais...** Bauru: SIMPEP, 2006. p. 1-7.

SILVA, H. da L. et al. Rock in Rio 2011, Os Desafios da Logística e Meio Ambiente. In: XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. Dez., 2014. Disponível em: <http://www.engema.org.br/XVIENGEMA/415.pdf>. Acesso em: 01/11/2017.

SILVA, J. P. S. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, São Paulo, n. 8, p. 37-45, nov. 2007.

SRIVASTAVA, S.K. Green Suplly Chain Management: A State-of-the-Art Literature Review. **International Journal of Management Reviews**, vol. 9 no 1, p. 53-80, 2007.

ZAMBON, B.P.; RICCO, A.S. **Sustentabilidade empresarial: uma oportunidade para novos negócios**. CRA/ES, 2011. Disponível em: <<http://www.craes.org.br/interna/artigosTecnicos.php>> Acesso em: 01/11/2017.